

1

Introdução

Antenas refletoras modeladas têm sido utilizadas para gerar feixes radiados por satélites em órbita geostacionária. Algoritmos baseados na associação de métodos de análise eletromagnética e técnicas de otimização têm sido largamente utilizados no projeto destas antenas embarcadas em satélites. Neste processo, o cálculo do campo espalhado pelos refletores é efetuado recursivamente e a eficiência da estratégia numérica depende da escolha da técnica de otimização e do método de análise. Através da construção de uma função objetivo, estes algoritmos de modelamento podem considerar simultaneamente múltiplos objetivos, como a maximização da cobertura, a maximização do isolamento da polarização principal entre áreas adjacentes e da polarização cruzada na mesma área, e a redução do “roll-off” nos contornos da região de cobertura. Devido aos métodos de predição usualmente empregados, os casos de refletores sem simetria, o tempo de processamento é uma das principais limitações na utilização destes algoritmos de modelamento de antenas refletoras em estudos exploratórios de projetos que envolvam especificações complexas. Como método de análise eletromagnética, a literatura relata a utilização de Ótica Geométrica associada aos campos difratados obtidos pela GTD, UTD, UAT [1]. Apesar de numericamente eficientes, estes métodos de análise apresentam limitações na estabilidade quando utilizados em um processo iterativo de otimização. Alternativamente, a utilização da Ótica Física (PO) associada às Correntes de Franja, [2], fornece a estabilidade sacrificando rapidez numérica.

Para as antenas circularmente simétricas, a utilização das propriedades na análise eletromagnética permite reduzir o número de integrais envolvidas na formulação do problema e, conseqüentemente, reduzir o tempo de processamento necessário para o cálculo dos campos radiados pela antena. Assim, este trabalho tem como objetivo de desenvolver um algoritmo de modelamento de refletores

para antenas circularmente simétricas e utilizá-lo em um estudo exploratório de projeto de antenas embarcadas em satélite de baixa órbita e de antenas omnidirecionais com um ou dois refletores. Para isto as propriedades de simetria dos refletores serão introduzidas na formulação do cálculo do espalhamento via PO+Correntes de Franja, considerando alimentadores radiando campos com dependência azimutal $n=0$ ou $n=1$, conforme o caso a ser analisado. Neste contexto, um dos objetivos deste trabalho, é através da inclusão das propriedades de simetria tanto das superfícies como das fontes nas formulações de campos radiados, propiciar simplificações nas formulações do espalhamento eletromagnético que permitirá uma redução significativa do tempo computacional envolvida no processo de modelamento dos refletores das antenas circularmente simétricas.

Neste trabalho serão analisadas antenas iluminadas por dois tipos de alimentadores: cornetas corrugadas excitadas pelo modo TE₁₁ e cornetas coaxiais excitadas pelo modo TEM. No primeiro caso, os campos radiados pela corneta corrugada podem ser aproximados por uma distribuição onde as componentes de campo dependem de funções cossenoidais com dependência azimutal $n=1$. No caso da corneta coaxial excitada pelo modo TEM os campos são circularmente simétricos e serão aproximados por um modelo com dependência azimutal $n=0$.

O primeiro caso a ser considerado neste trabalho, é o projeto da antena utilizada no CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. Este satélite deverá estar posicionado em uma órbita baixa e deverá transmitir e coletar dados. Atualmente, este programa pretende construir e colocar em órbita a terceira geração dos satélites, que apresentam como objetivo o sensoriamento remoto do território Nacional. Para comunicações via satélite de baixa órbita, configurações de antenas refletoras modeladas circularmente simétricas têm sido utilizadas para prover a cobertura uniforme de regiões sobre a terra [3]. Para isto, o refletor destas é modelado para gerar um diagrama de radiação que compense as perdas devido à atenuação do espaço livre que apresenta variações consideráveis devido à curvatura da terra. Como utilizado em [4], os campos radiados pelo alimentador serão representados por um modelo com dependência azimutal $n=1$. Neste trabalho, o algoritmo será utilizado para sintetizar os antenas refletoras que satisfaçam as especificações do

CBERS, considerando diferentes diâmetros de refletor, limites para a oscilação do diagrama no entorno das especificações e condições para o “roll-off” do diagrama.

Como segundo caso, será considerado o modelamento de refletores para produzir diagramas omnidirecionais, nas quais o algoritmo de modelamento será adaptado e utilizado para maximizar o diagrama em direção e para produzir diagramas com dependência do tipo cossecante ao quadrado no plano vertical. Serão consideradas configurações de antenas com um e dois refletores.

A apresentação deste trabalho está estruturada da seguinte forma, no Capítulo 2 será apresentado o modelo de alimentador com dependência azimutal $n=1$, os métodos de análises eletromagnéticas, os quais são encontrados em [1,2,5-7]. As formulações que aplicam simplificações no cálculo do campo distante, devido às características de simetria axial representem nos refletores circularmente simétricos. Assim como a validação dos métodos de análise.

No Capítulo 3, será abordado o caso das antenas utilizadas em satélites de baixa órbita para cobertura uniforme, do caso CBERS, as técnicas de otimização síntese ótica aplicadas a refletores para cobertura uniforme, [8]. Assim como modelamento dos refletores para o caso CBERS.

No Capítulo 4 será apresentada a formulação dos alimentadores com dependência azimutal $n=0$, aplicada ao cálculo dos campos distante e próximo, necessário para o caso das antenas com dois refletores. Além de validação no algoritmo adaptado a este novo conceito de alimentação.

O Capítulo 5, abordará as técnicas de otimização aplicadas às antenas omnidirecionais de um ou dois refletores para maximização de seus diagramas em direção e dependências tipo cossecante ao quadrado.

O Capítulo 6 abordará as considerações finais sobre os procedimentos no desenvolvimento do algoritmo de otimização e a implementação das técnicas de análises eletromagnéticas nos casos apresentados ao longo da dissertação.